

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 396 865**  
**A2**

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 90104210.1

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: G01S 17/88

(22) Anmeldetag: 05.03.90

(30) Priorität: 12.05.89 DE 3915627

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
14.11.90 Patentblatt 90/46

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
ES FR GB IT

(71) Anmelder: DORNIER LUFTFAHRT GMBH  
Postfach 3  
D-8031 Wessling/Oberpfaffenhofen(DE)

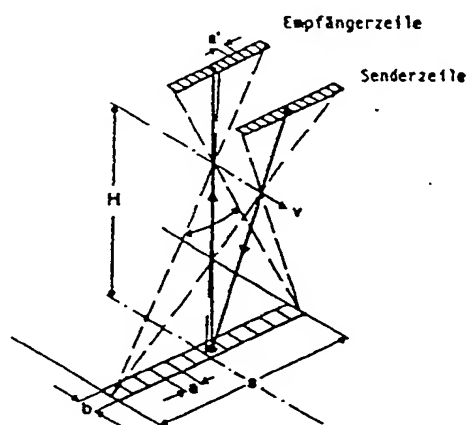
(72) Erfinder: Metzdorff, Walter, Dr.  
Frühlingsweg 11  
D-7990 Friedrichshafen 24(DE)  
Erfinder: Eibert, Max, Dr.Dipl.-Phys.  
Sommerweg 3  
D-7990 Friedrichshafen 24(DE)  
Erfinder: Lux, Peter, Dr.Dipl.-Phys.  
Untere Seestrasse 120  
D-7994 Langenargen(DE)

(74) Vertreter: Landsmann, Ralf, Dipl.-Ing.  
DORNIER GMBH - Patentabteilung - Kleeweg  
3  
D-7990 Friedrichshafen 1(DE)

(54) Optisches Radar.

(57) Optisches Radar, insbesondere Laserradar zur Aufnahme von Entfernungsbildern oder Reflexionsbildern, mit einer Lichtquelle, einem Lichtempfänger und einer Verarbeitung, wobei die Lichtquelle und der Empfänger als Diodenzeilen ausgebildet sind, die so mit einer oder mehreren abbildenden Optiken zusammenarbeiten, daß ein Lichtpuls aus einer bestimmten Senderdiode nach Reflexion in einem bestimmten Rasterfeld des Objekts auf eine bestimmte Empfängerdiode abgebildet wird.

Fig. 1



EP 0 396 865 A2

## Optisches Radar

Die Erfindung betrifft ein optisches Radar, insbesondere ein Laserradar zur Erstellung von Entfernungsbildern zur Anwendung in Fluggeräten.

Entfernungsbilder sind solche, deren Bildpunkte nicht Angaben über die reflektierte Energie, sondern über die Entfernung des jeweiligen Punktes machen. Bei einem Schwarz/Weiß- oder ein Graustufenbild können so zum Beispiel nahe Objektpunkte dunkel sein, während entfernte Objektpunkte heller dargestellt werden. Entfernungsbilder können zur Navigation oder Navigationsaufdatung von Fluggeräten verwendet werden. Dabei wird ein vom Fluggeräte überflogenes Gebiet zeilenweise abgetastet.

Dazu sind Systeme bekannt, die mechanisch bewegte Bauteile aufweisen, wie Klappspiegel oder rotierende Polygonspiegel. Diese Bauteile lenken einen Laserstrahl zeilenweise über den Boden und leiten die zurückkommende Energie einem Detektor zu. Der Nachteil der mechanisch beweglichen Sensoren liegt in der Systemlebensdauer und der begrenzten Lagerbarkeit sowie in der schlechteren Eignung für sehr hohe Flugeschwindigkeiten.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein optisches Radar vorzu schlagen, das eine hohe Lebensdauer und eine gute Lagerbarkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst von einem optischen Radar mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ausführungen der Erfindung sind Gegenstände von Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird auf mechanische Strahl-schwenkung verzichtet. Diese wird rein elektronisch durchgeführt. Statt der mechanischen Ablenkeinheiten sind zwei Diodenreihen parallel zueinander aufgestellt, von denen die eine als Sender, die andere als Empfänger dient. Beide Reihen sind mit einer oder mehreren Optiken so zueinander justiert, daß das von einer bestimmten Senderdiode ausgesandte Licht einen bestimmten Rasterpunkt am Objekt trifft und von dort auf eine bestimmte Empfängerdiode abgebildet wird.

Die Sender- und Empfängerzeilen sind bevorzugt parallel zueinander angeordnet. Sie können auch leicht gegeneinander geneigt angeordnet sein, so daß senkrecht ausgestrahltes Licht auch senkrecht auf dem Empfänger auftrifft. Die Strahl-schwenkung und die Auswertung erfolgen elektronisch, wobei im wesentlichen aus dem Zeitintervall zwischen abgesandten und empfangenen Impuls die notwendigen Daten berechnet werden.

Die Erfindung wird anhand zweier Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine Ausführung eines erfindungsge-

mäßen optischen Radars,

Figur 2 eine Elektronik zum Betrieb eines solchen Radars.

Figur 1 zeigt eine Ausführung eines erfindungsgemäßen Laserradars in seiner Anwendung an einem Flugkörper, der sich mit der Geschwindigkeit  $v$  in der Höhe  $H$  über dem Boden bewegt und das Gelände zeilenweise abtastet. Der Sensor arbeitet ohne mechanisch bewegte Teile. Das Radar wird im wesentlichen von zwei Zeilen von Dioden gebildet (Senderzeile und Empfängerzeile), die parallel zueinander angeordnet sind, an der Unterseite des Fluggeräts befestigt sind nach unten oder schräg nach vorne blicken. Über eine (hier nur angedeutete) Optik bilden sie den entsprechenden Streifen am Gelände der Länge  $S$  ab. Jedem Rasterpunkt der Senderzeile entspricht ein Punkt am Boden der Abmessungen  $a \times b$  und ein Rasterpunkt in der Empfängerzeile mit der Abmessung  $a$ .

Die Winkelablenkung erfolgt bei diesem Gerät durch nacheinander erfolgendes Ansteuern der einzelnen Elemente der Senderzeile mit zeitlich korreliertem Ansteuern des entsprechenden Punktes der Empfängerzeile.

Figur 2 zeigt ein Blockschaltbild zum Betrieb eines erfindungsgemäßen Sensors. Dieser Sensor erzeugt zum Beispiel hier mit der Lichtimpulslaufzeitmethode Entfernungsbilder und Reflexionsbilder aus den rückgestreuten und reflektierten Anteilen des gesendeten Lichtimpulses von Szenen beziehungsweise Objekten.

Der Abtastvorgang des Sensors zur Entfernungs- und Reflexionsbildgewinnung (Ausgänge EB und RB) erfolgt sequentiell mit der elektronisch geschalteten Lichtimpulssendereinheit SE und der Lichtimpulsempfängereinheit EM, gesteuert vom System-Timer (ST). Das Ausführungsbeispiel beinhaltet z.B. je 64 Sender- und Empfängererelemente, die über ein koaxiales oder biaxiales Optiksistem auf die zu vermessende Szene abgebildet werden.

Ein Teil des von der Sendereinheit SE ausgesandten Lichts wird ausgekoppelt und dem Referenzempfänger RE zugeführt, der ein elektrisches Signal für die Startimpulsgewinnung im Signaldetektor SD1, sowie die Messung der Sendeleistung mittels erstem Spitzenwert-Detektor PD1 und erstem Analog/Digital-Wandler A/D1 bereitstellt. Der Startimpuls initiiert den Beginn der Zeitintervallmessung im Zeitintervallzähler ZZ und startet ein Zeitor (Entfernungstor ET), welches zur Unterdrückung von Nahbereichsechos, z.B. durch Nebel, dient.

Die 64 Empfängererelemente im Empfänger EM sind über einen elektronischen Multiplexer (nicht

gezeigt) mit einer allen Kanälen gemeinsamen Signalverarbeitung verbunden. Alternativ ist ein einzelner Empfänger mit einem optischen Multiplexer (ausgeführt in integrierter Optik) eine weitere Lösungsvariante.

Zur Minimierung des Rauschens durchläuft der vom Zielobjekt rückgestreute Lichtimpuls ein optisches Filter FI, sowie ein elektrisches Bandpaßfilter BP. Da die Empfangsechos aufgrund unterschiedlicher Zielentfernungen und Objektreflexivitäten stark variieren, wird zur Stopimpulserzeugung das Constant-Fraction-Trigger-Prinzip im zweiten Signaldetektor SD2 verwendet. Eine Rauschpegelsteuerung RS, sowie das Entfernungstor ET sorgen für eine vernachlässigbar geringe Fehldetektionsrate. Die absolute Laufzeitmessung erfolgt mittels digitalem Zeitintervallzähler ZZ.

Die zur Empfangsleistung proportionale Signalamplitude der Empfänger Elemente wird vom zweiten Spitzenwert-Detektor PD2 erfasst und über den zweiten Analog/Digital-Wandler A/D2 zum Auswerteprozessor AP geführt, der Prozessor verarbeitet die Leistungs- und Entfernungsdaten über geeignete Normierungsoperationen zu Reflektivitätsdaten und gibt diese parallel zum Entfernungsbild EB als Reflektivitätsbild RB aus.

Durch Anpassung der entsprechenden einzelnen Empfänger- und Sendergesichtsfelder, der Verwendung optischer und elektrischer Filter sowie einer Rauschpegelregelung mit Detektionsschwellenanpassung, wird eine weitergehende Unabhängigkeit von der Umgebungsbeleuchtung bzw. von den Tages- und Jahreszeiteinflüssen erreicht. Damit können stabile Entfernungswerte mit minimalen Ausfallraten erzeugt werden.

Mit dem einstellbaren Entfernungstor ET wird eine zeitliche Begrenzung der Meßintervalle bzw. der Entfernungsbereiche erreicht. Damit können sowohl die Falschalarmrate als auch die Nahbereichseinflüsse reduziert werden.

### Ansprüche

1. Optisches Radar, insbesondere Laserradar zur Aufnahme von Entfernungsbildern oder Reflexionsbildern, mit einer Lichtquelle, einem Lichtempfänger und einer Verarbeitung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtquelle und der Empfänger als Diodenzeilen ausgebildet sind, die so mit einer oder mehreren abbildenden Optiken zusammenarbeiten, daß ein Lichtpuls aus einer bestimmten Senderdiode nach Reflexion in einem bestimmten Rasterfeld des Objekts auf eine bestimmte Empfängerdiode abgebildet wird.

2. Optisches Radar nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Diodenzeilen des Senders und des Empfängers parallel zueinander angeord-

net sind.

3. Optisches Radar nach Anspruch 1 oder Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeilen leicht gegeneinander verkippt angeordnet sind.

4. Optisches Radar nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Elektronik vorgesehen ist, die aus dem Zeitintervall zwischen abgesandtem und empfangenem Impuls Bilddaten berechnet.

Fig. 1

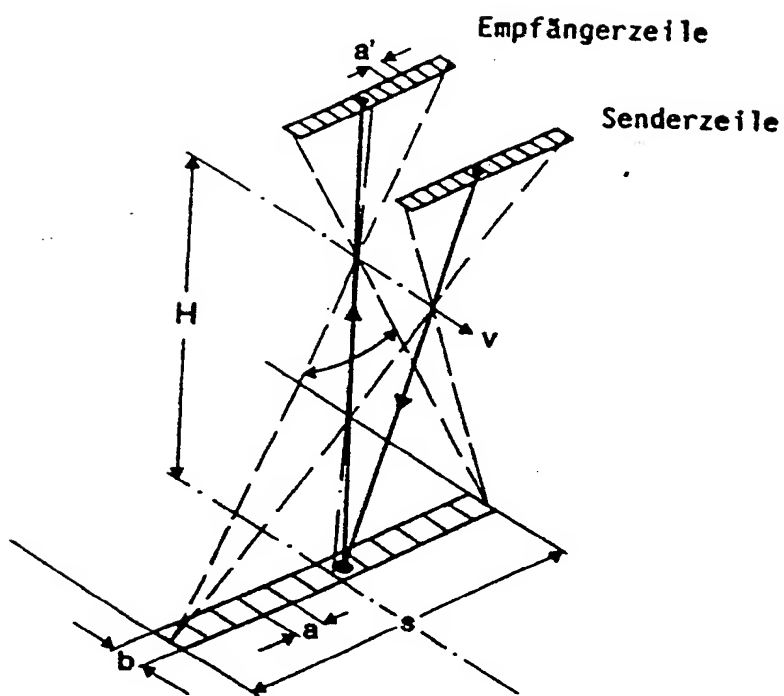
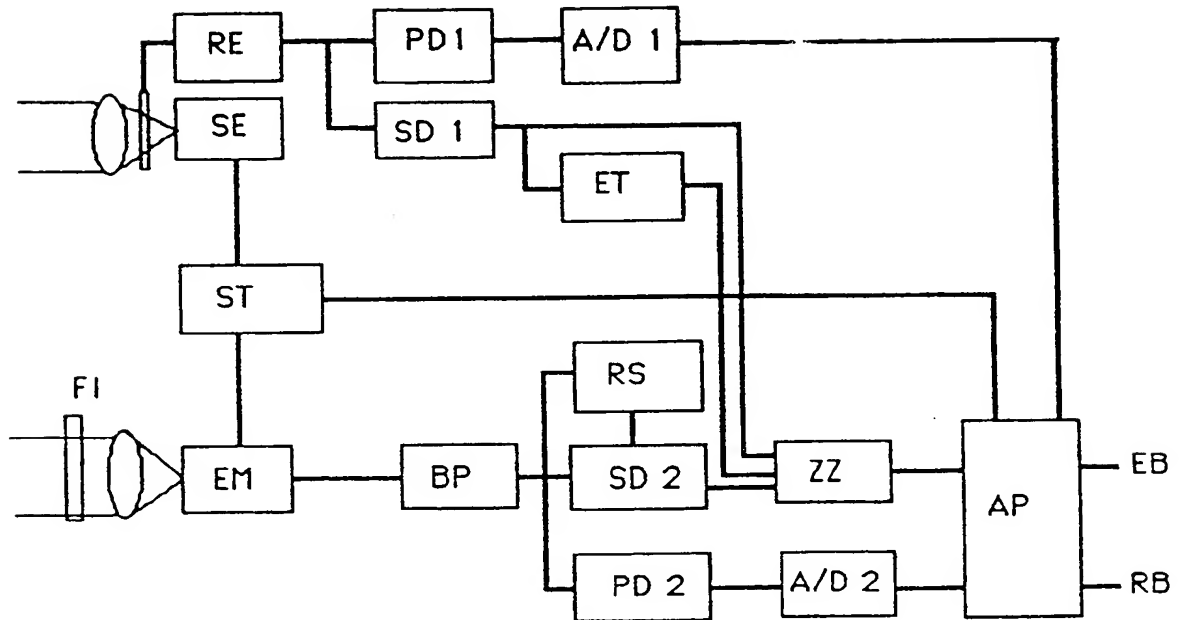


Fig. 2



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 396 865 A3**

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 90104210.1

Int. Cl.<sup>5</sup>: G01S 17/88

Anmeldetag: 05.03.90

Priorität: 12.05.89 DE 3915627

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
14.11.90 Patentblatt 90/46

Benannte Vertragsstaaten:  
ES FR GB IT

Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
Recherchenberichts: 27.02.91 Patentblatt 91/09

Anmelder: DORNIER LUFTFAHRT GMBH  
Postfach 3  
D-8031 Wessling/Oberpfaffenhofen(DE)

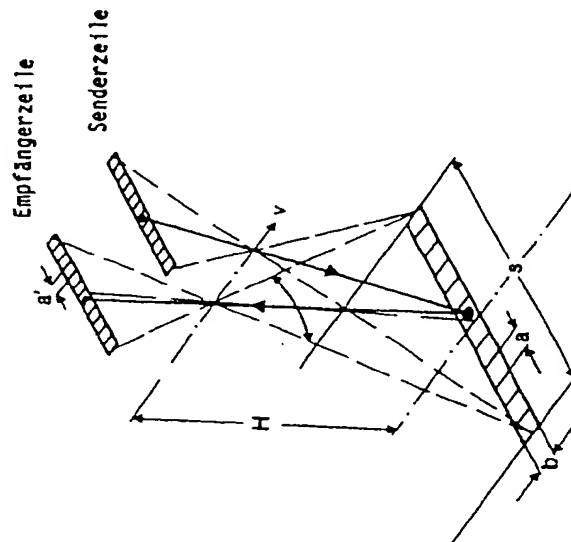
Erfinder: Metzdorff, Walter, Dr.  
Frühlingsweg 11  
D-7990 Friedrichshafen 24(DE)  
Erfinder: Eibert, Max, Dr.Dipl.-Phys.  
Sommerweg 3  
D-7990 Friedrichshafen 24(DE)  
Erfinder: Lux, Peter, Dr.Dipl.-Phys.  
Untere Seestrasse 120  
D-7994 Langenargen(DE)

Vertreter: Landsmann, Ralf, Dipl.-Ing.  
DORNIER GMBH - Patentabteilung - Kleeweg  
3  
D-7990 Friedrichshafen 1(DE)

Optisches Radar.

Optisches Radar, insbesondere Laserradar zur Aufnahme von Entfernungsbildern oder Reflexionsbildern, mit einer Lichtquelle, einem Lichtempfänger und einer Verarbeitung, wobei die Lichtquelle und der Empfänger als Diodenzeilen ausgebildet sind,

die so mit einer oder mehreren abbildenden Optiken zusammenarbeiten, daß ein Lichtpuls aus einer bestimmten Senderdiode nach Reflexion in einem bestimmten Rasterfeld des Objekts auf eine bestimmte Empfängerdiode abgebildet wird.



**Fig. 1**

EP 0 396 865 A3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 10 4210

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	RCA TECHNICAL NOTES, Nr. 752, April 1968, Nr. 21, Seiten 1-3, Princeton, NJ, US; W.J. HANNAN: "Laser mobility aid for the blind" * Insgesamt * - - - -	1,2,4	G 01 S 17/88
Y	IDEM - - - -	3	
Y	EP-A-0 296 405 (ARNEX HANDELSBOLAG) * Figur 3; Spalten 3,4 * - - - -	3	
P,A	WO-A-8 912 837 (AJAY) * Seiten 9-12; Figur 7 * - - - -	1,2,4	
A	DE-A-3 330 939 (HONEYWELL) * Seiten 6-9; Fig. * - - - -	1,2,4	
A	US-A-4 410 804 (STAUFFER) * Figur 1 * - - - - -	1,2,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G 01 S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		10 Dezember 90	
		Prüfer	
		DEVINE J.J	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D: in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A: technologischer Hintergrund		L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O: nichtschriftliche Offenbarung			
P: Zwischenliteratur		&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			